

19 BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 100 01 047 A 1

21 Aktenzeichen: 100 01 047.4
22 Anmeldetag: 13. 1. 2000
43 Offenlegungstag: 19. 7. 2001

51 Int. Cl. 7:
G 01 B 7/14
H 02 K 11/00
H 02 K 7/14
F 04 D 25/06
F 04 B 17/03

DE 100 01 047 A 1

71 Anmelder:
KSB AG, 67227 Frankenthal, DE

72 Erfinder:
Huhn, Dirk, 67433 Neustadt, DE; Kollmar, Dirk,
67661 Kaiserslautern, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE 198 42 522 A1
DE 195 47 313 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Einrichtung zur Bestimmung der axialen Rotorposition bei hermetisch dichten Antrieben

57 Die Erfindung betrifft ein Antriebssystem hermetisch dichter Art, insbesondere für Pumpen, mit einem magnetischen Feld zwischen einem antreibenden und einem angetriebenen rotierenden Element, wobei zwischen dem antreibenden und dem angetriebenen rotierenden Element eine feststehende Trennwand und an der Trennwand ein elektrisches Signal erzeugender Sensor angeordnet ist. Im Streufeld der permanent oder elektromagnetisch gekoppelten Teile befinden sich ein oder mehrere Hall-Effekt-Sensoren.

DE 100 01 047 A 1

Die Erfindung betrifft ein Antriebssystem hermetisch dichter Art, insbesondere für Pumpen, mit einem magnetischen Feld zwischen einem antreibenden und einem angetriebenen rotierenden Element, wobei zwischen dem antreibenden und dem angetriebenen rotierenden Element eine feststehende Trennwand angeordnet ist, und an der Trennwand ein ein elektrisches Signal erzeugender Sensor positioniert ist.

Um Beschädigungen an der Trennwand zwischen solchen magnetisch verbundenen Antriebsteilen zu verhindern, sind verschiedene Lösungen bekannt. In Abhängigkeit von der Bauart ist die Trennwand als ebenes oder topfförmiges Bauteil ausgebildet.

Die DE-U 92 04 558 zeigt eine Magnetkupplungspumpe, bei der ein äußerer kräfteübertragender Rotor um eine Trennwand in Form eines Spalttopfes und innerhalb eines umgebenden stillstehenden Gehäuses rotiert. Um Lagerschäden zu ermitteln, ist in der Wand des Gehäuses ein induktiver Näherungsschalter eingesetzt, der den Abstand zwischen dem rotierenden Außenrotor und der Gehäusewand berührungslos mißt. Eventuelle Schäden an den Wälzlager des Aussenrotors würden eine Taumelbewegung des Rotors auslösen, wodurch sich dessen Abstand zur Außenwand verändert. Der Näherungsschalter ist in einem Anlaufbund des Außengehäuses angeordnet, wobei der Spalt zwischen dem Anlaufbund und dem Außenrotor kleiner ist als der Spalt zwischen den Magneten des Außenrotors und dem Spalttopf. Somit wird bei einem plötzlichen Lagerschaden zuerst ein Anlaufen des Außenrotors am Anlaufbund stattfinden und nicht an dem Spalttopf. Eine Veränderung des Abstandes registriert der Näherungsschalter und veranlasst die Abschaltung des Motors.

Durch die US-A-35 12 904 ist eine Magnetkupplungspumpe eines Kühlsystems bekannt. Zwischen den Magnetkupplungsteilen sind in einer ebenen Trennwand Spulen angeordnet, die den magnetischen Fluß erfassen. Aufgrund des magnetischen Flusses erzeugen die Spulen ein Kontrollsignal, welches sich charakteristisch verändert, wenn der Kraftschluß zwischen den Magnetkupplungsteilen gestört wird. Im Vergleich zu anderen Magnetkupplungen ist bei dieser Bauart die Wandstärke der Trennwand überdimensioniert. Dies ist notwendig, um in einem Abschnitt der Trennwand einen Raum zur Aufnahme einer in ein Kunststoffsubstrat eingelagerten elektrischen Spule zu bilden. Somit wird für die Trennwand eine gleichmäßige Dicke beibehalten. Eine solche Lösung hat jedoch den Nachteil, daß infolge der sehr dicken Trennwand schlechtere Übertragungseigenschaften zwischen den zusammenwirkenden Magnetpaaren bestehen. Mittels der in die Trennwand eingelagerten Spule kann ein sogenannter Kupplungsabriss festgestellt werden, also ein Betriebszustand, bei dem eine Übertragung der magnetischen Kräfte zwischen den zusammenwirkenden Bauteilen nicht mehr gewährleistet ist. Bei einem solchen Betriebszustand liefert dann die Spule ein vom Normalzustand abweichendes Spannungssignal, mit dessen Hilfe der Antrieb gestoppt wird.

Die US-A 5 332 374 zeigt bei einer Sonderbauart einer Magnetkupplungspumpe im Bereich des Antriebes die Verwendung einer ebenen Trennwand sowie die Anordnung eines Hall-Effekt-Sensors. Die Konstruktion offenbart einen sogenannten Scheibenläufermotor nach Art eines Spaltrahrmotors. Eine ebene Blechscheibe hat die Funktion eines Spaltrahres und ist zwischen einem scheibenförmigen Statorteil und einem ebenfalls scheibenförmigen Rotor angeordnet. Die Kräfteübertragung zwischen Stator und Rotor erfolgt durch ein elektrodynamisches Feld, welches eine an-

treibende Wirkung auf ein mit Magneten bestücktes Pumpenlaufrad ausübt. Zur Kontrolle des Motors sind im Stator im Bereich der Nabe mehrere Hall-Effekt-Sensoren angebracht. Diese wirken im Bereich der Nabe mit speziell ausgebildeten Magnetspitzen der mit dem Laufrad rotierenden Magneten zusammen.

Die von den speziellen Magnetspitzen ausgestrahlten Magnetfeldlinien erzeugen in den Hall-Effekt-Sensoren ein Signal, mit dessen Hilfe eine Kontrolleinrichtung die Drehzahl des Motors kontrolliert und verändert. Die Kontrolleinrichtung enthält eine zusätzliche Programmierung, mit deren Hilfe aufgrund der gemessenen Pumpendrehzahl ein Rückschluß auf die Fördermenge der Pumpe möglich ist.

Bei Spaltrahrmotorpumpen ist es durch die DE-A 35 38 225 bekannt, am Kopf der Statorwicklung mehrere Aufnehmerspulen in Reihe geschaltet anzuordnen. Ein an einem Laufrad angeordneter und damit rotierender Permanentmagnet induziert Impulse in den Aufnehmerspulen. Damit ist eine einfache Drehzahlmessung an derartigen Motoren möglich.

Die DE-A 41 13 198 zeigt einen Spaltrahrmotor mit einer Einrichtung zur Lagerüberwachung. Dazu wird im Bereich einer Motorlagerung eine Kappe angeordnet, in der erschütterungsempfindliche Sensoren angeordnet sind. Diese Sensoren registrieren die Lagervibrationen. Für die Verschleißmessung in axialer und radialer Richtung an der Lagerung von Elektromotorwelle und Pumpenrotor können Beschleunigungssensoren, wie piezokeramische oder piezoresistive Elemente oder Piezofolien, eingesetzt werden. Mit Hilfe weiterer Sensoren in Form von magnetempfindlichen Bauelementen wird die Erfassung der Drehzahl und Drehrichtung des Elektromotors ermöglicht.

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, bei hermetisch dichten Pumpen eine Einrichtung zur berührungslosen Bestimmung der axialen Rotorposition zu entwickeln, ohne die Leistungsfähigkeit des Antriebes negativ zu beeinflussen und ohne die zwischen den treibenden und angetriebenen Elementen angeordneten dünnwandigen Trennwände in deren Wandstärke zu vergrößern. Die Lösung dieses Problems erfolgt mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

Wird ein Hall-Effekt-Sensor im Bereich eines stirnseitigen magnetischen Streufeldes der rotierenden Elemente angeordnet, so lassen sich deren Axialbewegungen relativ zueinander ermitteln. Die im Bereich des Streufeldes vorhandene geringere Feldstärke wird durch eine Lageveränderung zwischen angetriebenen und treibenden Rotor beeinflusst. Der geänderte Verlauf der Feldlinien im Bereich des Streufeldes, welches sich an den Enden der miteinander zusammenwirkenden magnetischen Teilen ausbildet, bedingt eine Abschwächung der magnetischen Feldstärke. Diese Abschwächung ist ein Maß für die axiale Position bzw. Verschiebung der Rotoren zueinander.

Die Empfindlichkeit eines Hall-Effekt-Sensors wird entsprechend dem jeweiligen magnetischen Streufeld ausgewählt. Der Hall-Effekt-Sensor ist demnach auf die Feldstärke im Bereich des Streufeldes abgestimmt. Er kann sowohl im Bereich eines magnetischen Streufeldes angeordnet sein, welches durch Permanentmagnete induziert wird, ebenso ist dessen Anordnung im Streubereich eines elektrodynamisch induzierten Feldes möglich.

Auch kann durch eine solche Einrichtung eine Aussage über den aktuellen Lastzustand der Magnetkupplung getroffen werden. Durch die Befestigung des Hall-Effekt-Sensors an der stillstehenden Trennwand lassen sich damit auch eventuelle Verschiebungen des Innenrotors feststellen. Die Trennwand selbst ist gewöhnlich Bestandteil eines rohrförmigen Spalttopfes, da eine solche Konstruktion die Übertragung größerer Kräfte zuläßt. Sie kann aber auch ebenso als

ebene Wandfläche zwischen entsprechend gestalteten Magnetkupplungsteilen Verwendung finden.

Um zu vermeiden, daß durch Druck- oder Temperatureinflüsse bedingte Formänderungen einer Trennwand irrtümlich als Winkel- oder Lageveränderungen eines Rotors interpretiert werden, kann das Verformungsverhalten einer Trennwand in einfachster Weise durch Versuche ermittelt und in Form von entsprechenden Kennwerten bei der Auswertung der Meßergebnisse berücksichtigt werden.

Für die rohr- oder scheibenförmige Trennwand, an der ein oder mehrere Hall-Effekt-Sensoren angeordnet sind, sind die verschiedensten Materialien verwendbar, wie beispielsweise Stahl, faserverstärkte Werkstoffe oder aus verschiedenen Materialien bestehende Hybrid-Werkstoffe. Die Bauform eines Hall-Effekt-Sensors kann beliebig gestaltet sein, vorzugsweise richtet sie sich jedoch nach den Platzverhältnissen am gewählten Einbauort. Hierbei wird der Einbauort so gewählt, daß die Funktion der Trennwand, welche eine statische hermetische Dichtung darstellt, durch den Hall-Effekt-Sensor nicht beeinträchtigt wird.

Der wesentliche Vorteil dieser Lösung besteht darin, daß eine bisher als negativ angesehene und nicht nutzbare Eigenschaft eines magnetischen Feldes, hier des Streufeldes, in vorteilhafter Weise nutzbringend verwertet wird. Durch die Anordnung eines Hall-Effekt-Sensors in diesem Streufeld, welcher die Änderungen des Magnetfeldes durch einen geänderten Verlauf der Feldlinien detektiert, ist mit geringstem baulichen Aufwand eine Lagebestimmung des Rotors möglich. Besondere konstruktive Maßnahmen an der Trennwand und zusätzliche Elemente sind nicht erforderlich. Je nach Bauform eines Hall-Effekt-Sensors ist dieser auch auf einer nassen oder trockenen Seite einer Trennwand anbringbar. Als vorteilhaft hat sich die Anordnung auf einer trockenen Seite einer Trennwand herausgestellt, da damit auf besondere Abdichtungsmaßnahmen für Kabeldurchführungen verzichtet werden kann.

Mit Hilfe einer elektronischen Schaltung kann durch Zählung der vom umlaufenden magnetischen Streufeld im Hall-Effekt-Sensor erzeugten Impulse in einfachster Weise eine zusätzliche Drehzahlfassung vorgenommen werden. Dazu sind verschiedene bekannte Auswerteschaltungen verwendbar.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben. Es zeigen die

Fig. 1 eine Magnetkupplungspumpe im Schnitt und die Fig. 2 eine Spaltrahmotorpumpe im Schnitt.

In der Fig. 1 ist eine Magnetkupplungspumpe 1 in einstufiger Bauart gezeigt. Innerhalb eines Pumpengehäuses 2 rotiert ein Laufrad 3. Es ist mit einer Welle 4 verbunden, wobei die Welle 4 in einer Lagerung 5 festgelegt ist. An dem dem Laufrad 3 entgegengesetzten Ende der Welle 4 ist eine Magnetkupplung 6 angeordnet. Sie besteht aus einem Außengehäuse 7, welches mit einem Druckdeckel 8 des Pumpengehäuses 2 kräfteübertragend verbunden ist. Innerhalb des Außengehäuses 7 rotiert ein topfförmig ausgebildeter Außenrotor 9 auf dessen Innenwand mehrere Permanent-Magnete 10 angeordnet sind. Die Permanent-Magnete 10 stehen in Wirkverbindung mit Permanent-Magneten 11, die auf der Außenseite eines Innenrotors 12 befestigt sind. Der Innenrotor 12 ist an demjenigen Ende der Welle 4 angebracht, welches dem Laufrad gegenüber liegt.

Zwischen dem Innenrotor 12 und dem Außenrotor 9 ist eine hermetisch dichte Trennwand 13 in Form eines Spalttopfes angeordnet.

Ein Hall-Effekt-Sensor 14 ist bei diesem Ausführungsbeispiel auf der Außenseite der Trennwand 13 im Bereich des Streufeldes 15 der Permanent-Magnete 10, 11 angeordnet.

Er liefert bei Veränderungen des Streufeldes, welche durch Veränderungen des axialen Spiels in der Lagerung 5 des Innenrotors 12 oder durch Veränderung der axialen Position der Welle 4 bedingt sind, ein entsprechendes Signal an eine hier nicht dargestellte - elektronische Einrichtung. Mit Hilfe des Signales kann dann von der elektronischen Einrichtung im Bedarfsfall ein Antriebsmotor der Magnetkupplungspumpe 1 gestoppt, ein Alarm ausgelöst oder eine Information über die Position des Läufers und damit auch eine Information über den Axialschub angezeigt werden.

In der Fig. 2 ist eine einstufig ausgebildete Spaltrahmotorpumpe 17 gezeigt. Das auch im Spalt zwischen Stator 18 und Rotor 19 umlaufende elektrodynamische Magnetfeld verfügt im Bereich der Kurzschlußringe 20 des Rotors 19 ebenfalls über ein Streufeld. Der Hall-Effekt-Sensor kann deshalb direkt auf der Trennwand 13, die hier als Spaltrah ausgebildet ist oder auf einer im Bereich der Wickelköpfe 21 angeordneten Trennwandverstärkung 22 angeordnet sein. In diesem Ausführungsbeispiel befindet sich der Hall-Effekt-Sensor 14 im Bereich der pumpenfernen Wickelköpfe 21. Dadurch ergibt sich der Vorteil, daß entsprechend kurze Verbindungsleitungen 23 einfach in einen dort gelegenen Klemmenkasten 24 geführt werden. Von dort aus wird das Signal an eine entsprechende elektronische Schalteinheit weitergegeben. Bei unzulässigen axialen Bewegungen des Rotors 19, die vorgegebene Sollwerte überschreiten, kann ein Alarm ausgelöst oder die Pumpe ausgeschaltet werden.

Mit Hilfe des Hall-Effekt-Sensors 14 wird aus dem bisher als unbrauchbar angesehenen Teil eines magnetischen Streufeldes ein sehr positiver Effekt gewonnen, in dem es zur Anzeige von axialen Lageveränderungen der rotierenden Elemente 4, 9, 12, 19 benutzt wird.

Patentansprüche

1. Antriebssystem hermetisch dichter Art, insbesondere für Pumpen, mit einem magnetischen Feld zwischen einem antreibenden und einem angetriebenen rotierenden Element, wobei zwischen dem antreibenden und dem angetriebenen rotierenden Element eine feststehende Trennwand angeordnet ist, und an der Trennwand ein elektrisches Signal erzeugender Sensor positioniert ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß im magnetischen Streufeld der rotierenden Elemente (9, 12, 19) ein oder mehrere Hall-Effekt-Sensoren (14) angeordnet sind.
2. Antriebssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein die Axialbewegung der rotierenden Elemente (4, 9, 12, 19) ermittelnder Hall-Effekt-Sensor (14) im Bereich eines stirnseitigen Streufeldes des Magnetfeldes angeordnet ist.
3. Antriebssystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Hall-Effekt-Sensor (14) in die Trennwand (13, 22) integriert ist.
4. Antriebssystem nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Hall-Effekt-Sensor (14) auf der Trennwand (13, 22) angeordnet ist.
5. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein im Bereich des Magnetfeldes angeordneter Hall-Effekt-Sensor (14) die Drehzahl der rotierenden Elemente (4, 9, 12, 19) erfaßt.
6. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Hall-Effekt-Sensor (14) folienförmig ausgebildet und an oder in der Trennwand (13, 22) befestigt ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

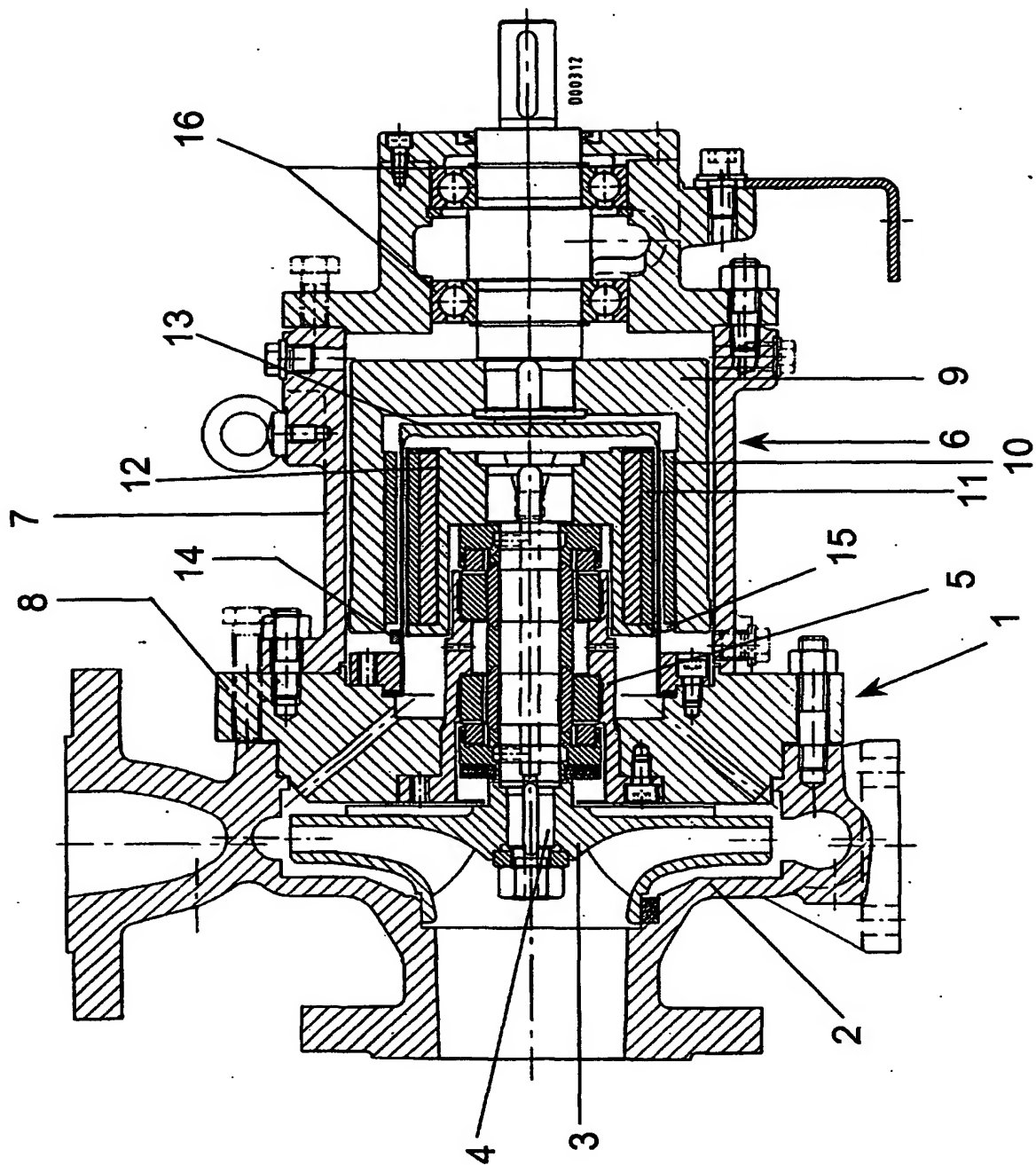


Fig. 1

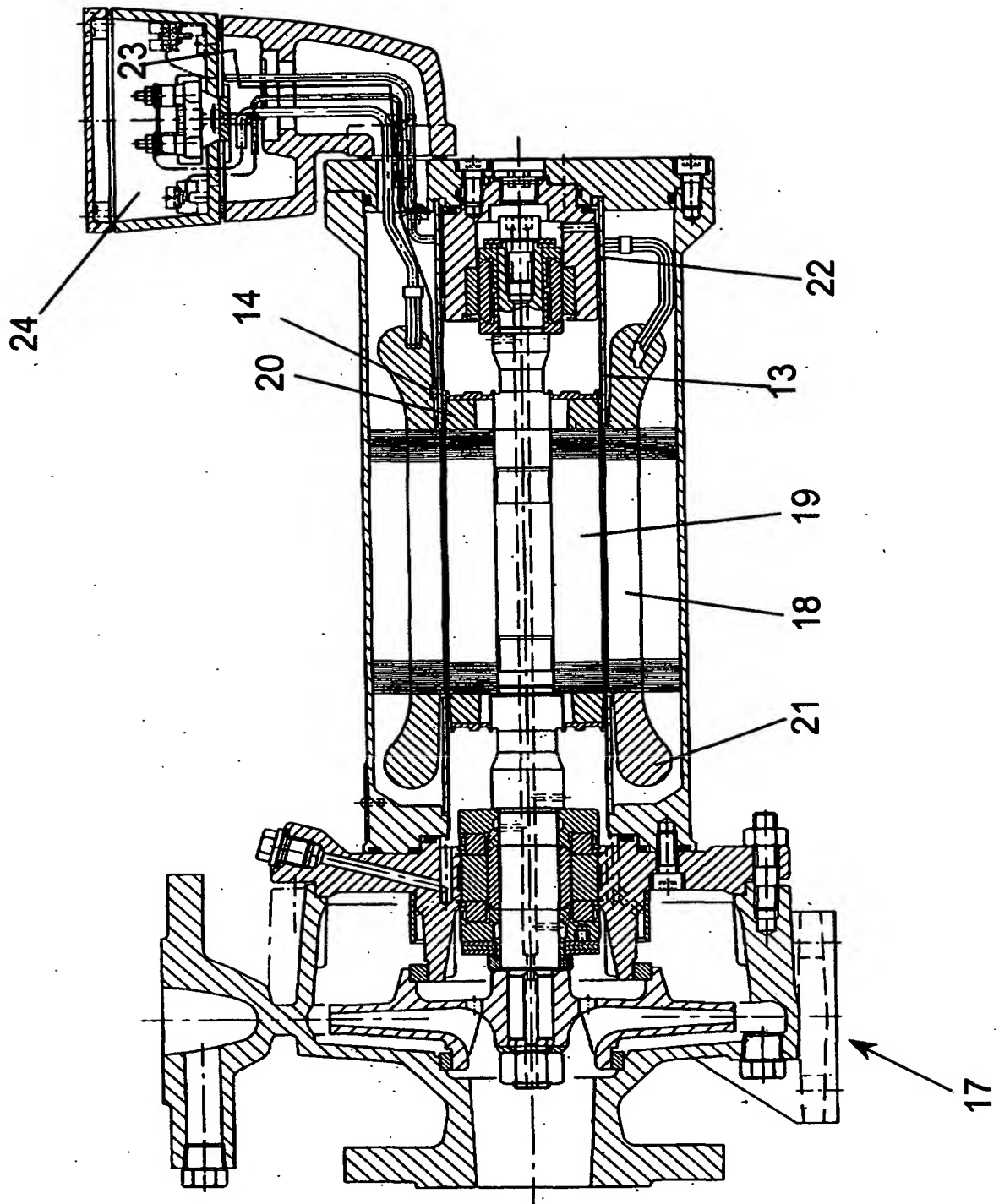


Fig. 2